

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

电机、压缩机和风机

本申请要求于 2021 年 04 月 14 日提交中国专利局、申请号为“202110402762.4”、发明名称为“电机、压缩机和风机”的中国专利申请的
5 优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及电机设备技术领域，具体而言，涉及一种电机、一种压缩机和一种风机。

10

背景技术

目前，随着直流化技术在电器、汽车等技术领域的不断深入，在电器中的风机、汽车中的压缩机等应用场景中，对电机的运行效能的要求也越来越高。

15 然而，现有的电机结构设计在实际应用过程中仍面临着电机的启动附加转矩大，较难匹配启动和额定性能。

发明内容

本申请旨在至少解决现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

20 为此，本申请的第一个方面在于，提出一种电机。

本申请的第二个方面在于，提出一种压缩机。

本申请的第三个方面在于，提出一种风机。

有鉴于此，根据本申请的第一个方面，提供了一种电机，其包括转子铁芯、转子槽和定子铁芯。其中，转子槽贯穿设于转子铁芯上，转子槽相对于轴向倾斜。定子铁芯设于转子铁芯的一侧。定子铁芯包括朝向转子铁芯的定子齿，定子齿与转子铁芯之间具有气隙，气隙的至少一部分不相等。
25

本申请提供的电机包括转子铁芯、转子槽和定子铁芯。转子槽设在转子铁芯上，转子槽贯穿设于转子铁芯上。也就是说，沿着转子槽的延伸方向，转子槽包括两端，且转子槽的两端均位于转子铁芯的轴向端面。进一

步地，转子槽相对于转子铁芯的轴向倾斜，也就是说，转子槽的延伸方向为非轴向，转子槽与转子铁芯的轴向端面之间具有夹角，即转子槽为斜槽。

进一步地，定子铁芯设于转子铁芯的一侧，也就是说，定子铁芯位于转子铁芯的内侧，即转子铁芯为外转子，在此种应用场景下，转子铁芯的呈环状，环状的转子铁芯的内部设有定子铁芯。或者定子铁芯位于转子铁芯的外侧，即转子铁芯为内转子，在该种应用场景下，定子铁芯呈环状，转子铁芯位于环状的定子铁芯内侧。

进一步地，定子铁芯包括朝向转子铁芯的定子齿。对于位于定子铁芯内侧的转子铁芯而言，定子齿与转子铁芯的外圆形成气隙。对于位于定子铁芯外侧的转子铁芯而言，定子齿与转子铁芯的内圆形成气隙。定子齿与转子铁芯之间形成的气隙而言，气隙大体沿周向延伸，气隙包括在不同位置处的气隙长度，至少一部分气隙的长度不等，也就是说，定子齿和转子铁芯之间的气隙不完全相等或者完全不等。本申请通过在转子铁芯上设置倾斜的转子槽，并令定子齿与转子铁芯之间形成不完全相等或完全不等的气隙，从而满足降低低速谐波转矩波动量和改善电机输出性能的需求，令电机的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。具体地，通过令转子槽相对轴向倾斜，从而可以削弱电机的启动附加转矩，以令电机工作点匹配满足目标值。

在一种可能的设计中，进一步地，定子齿包括位于轴向端面上且相连的圆弧段和削弧段，圆弧段与转子铁芯之间的距离为第一气隙 g_1 ，削弧段与转子铁芯之间的最大距离为第二气隙 g_2 ，其中， $1.5g_1 \leq (g_2 - g_1) \leq 6g_1$ 。

在该设计中，定子齿包括齿根和齿靴，齿靴连接在齿根靠近转子铁芯的端部，齿靴包括朝向转子铁芯的齿壁，齿壁与转子铁芯之间可以形成气隙。齿壁包括位于轴向端面上的圆弧段和削弧段。值得说明的是，轴向端面是指垂直于轴向的平面，即定子齿的横截面。圆弧段和削弧段相连接。针对于转子铁芯位于定子铁芯的内侧而言，转子铁芯包括最大外轮廓面，最大外轮廓面包括在轴向端面上的最大外轮廓圆，定子齿与转子铁芯之间的气隙是指定子齿与最大外轮廓圆之间的距离。同样的，针对于转子铁芯位于定子铁芯的外侧而言，转子铁芯包括最小内轮廓面，最小内轮廓面包括在轴向端面上的最小内轮廓圆，定

子齿与转子铁芯之间的气隙是指定子齿与最小内轮廓圆之间的距离。

具体应用到内转子而言，对于圆弧段而言，圆弧段上任一点与最大外轮廓圆之间形成的气隙的距离相等，该气隙即为第一气隙，第一气隙为最小气隙。对于削弧段而言，削弧段包括相背的第一端点和第二端点，第一端点与圆弧段相连，第一端点和第二端点距离最大外轮廓圆之间的距离不等，也就是说，削弧段和最大外轮廓圆之间形成的气隙不等。即子第一端点至第二端点的方向，削弧段与最大外轮廓圆之间形成的气隙逐渐变大，削弧段与最大外轮廓圆最大气隙即为第二气隙，此时，令第一气隙和第二气隙满足前述关系，从而可以满足降低低速谐波转矩波动量和改善电机输出性能的需求，令电机的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。

值得说明的是，削弧段可以为直线段，削弧段也可以为曲线段。当削弧段的数量为多个时，多个削弧段包括直线段和/或曲线段。

在一种可能的设计中，进一步地，削弧段包括第一线段和第二线段，第一线段和第二线段分别位于圆弧段相对的两侧。

在该设计中，削弧段的数量可以为多个，多个削弧段包括第一线段和第二线段，第一线段和第二线段分别位于圆弧段相对的两侧。在周向方向上，定子齿包括第一线段、圆弧段和第二线段，即定子齿朝向转子铁芯的齿壁包括三段。值得说明的是，第一线段和第二线段可以采用切削的方式制备。具体地，定子齿朝向转子铁芯的壁面在初始状态下可为一段圆弧，通过在定子齿的周向两侧进行切削，即采用削弧的方式，而削弧的最大距离为 $g_2 - g_1$ ，且削弧的最大距离与定子铁芯和转子铁芯之间的最小气隙（第一气隙 g_1 ）满足前述关系式，从而即可实现改善电机输出性能。

在一种可能的设计中，进一步地，第一线段的数量为至少一个。第一线段和第二线段的数量一一对应。

在该设计中，第一线段的数量为一个，第二线段的数量也为一个，当然，第二线段的数量也可以为多个，第二线段的数量与第一线段的数量也可以不同。

当第二线段的数量与第一线段的数量相同时，则定子齿的齿壁沿周向方向则包括三段，即第一线段、圆弧段和第二线段。当然，第一线段和第二线段的

数量也可以为 x 个, $x \geq 2$, 在该种应用场景下, 定子齿的齿壁沿周向方向则包括 $2x+1$ 段, 具体为 x 个第一线段、圆弧段和 x 个第二线段。通过至少一个第一线段和第二线段来实现定子齿的齿壁的多种形态, 从而可以令不同形态的齿壁与转子铁芯之间形成的气隙长度更符合需求, 进而能够有效改善电机输出性能。

在一种可能的设计中, 进一步地, 第一线段的两端与定子铁芯的中心之间的连线构成的夹角为 γ_1 , 第二线段的两端与定子铁芯的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 , 满足 $\gamma_1 = \gamma_2$ 。

在该设计中, 如前述所提及的, 第一线段包括相背的第一端点和第二端点, 第一端点与圆弧段相连, 第一端点和第二端点距离最大外轮廓圆之间的距离不等, 第一端点和第二端点距离定子铁芯的中心之间的距离也不等。值得说明的是, 定子铁芯的中心是指定子铁芯的中心轴线在横截面上的截点, 该截点与圆弧段、削弧段位于同一平面内。具体地, 第一端点和第二端点分别于定子铁芯的中心之间的连线形成夹角 γ_1 , 同样的, 第二线段的两端与定子铁芯的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 , 且 $\gamma_1 = \gamma_2$, 也就是说, 切削定子齿的一部分而形成第一线段和第二线段, 而切削部分所对应的圆心角相等, 也就是说, 第一线段和第二线段在圆周方向上的投影长度相等。

在一种可能的设计中, 进一步地, 圆弧段对应的圆心角为 γ_0 , 满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$ 。

在该设计中, 圆弧段对应的圆心角为 γ_0 , 满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$, 即圆弧段在周向上的长度大于第一线段、第二线段在周向上的投影长度, 也就是说, 对于气隙而言, 气隙分为气隙长度相等的第一气隙段和长度不等的第二气隙段, 而第一气隙段的周向长度大于等于第二气隙段的周向长度, 也就是针对于一个定子齿而言, 沿周向方向, 气隙长度先由第二气隙变小至第一气隙、再稳定于第一气隙, 然后再由第一气隙增大至第二气隙。

在一种可能的设计中, 进一步地, 第一线段和第二线段沿穿过圆弧段的中点的径向延伸线对称。

在该设计中, 第一线段和第二线段沿穿过圆弧段的中点的径向延伸线对称, 也就是说, 第一线段和第二线段对称分布于圆弧段的两侧, 即第一线段和第二线段左右对称。

在一种可能的设计中,进一步地,定子铁芯还包括轭部,定子齿连接在轭部,定子齿的数量为多个,多个定子齿中相邻两个定子齿和轭部形成定子槽。转子槽的数量 Z_2 大于定子槽的数量 Z_1 。

在该设计中,定子铁芯还包括轭部,针对于内转子而言,轭部呈环状,定子齿连接在轭部,定子齿的数量为多个,多个定子齿间隔连接于轭部,多个定子齿中相邻两个定子齿和轭部形成定子槽。转子槽的数量 Z_2 大于定子槽的数量 Z_1 。

在一种可能的设计中,进一步地,转子铁芯包括多个转子冲片,多个转子冲片沿轴向堆叠。转子铁芯还包括槽体,槽体沿轴向贯穿且间隔布置在每个转子冲片上,多个转子冲片上的槽体连通形成转子槽,其中,多个转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片,第二冲片相对于第一冲片偏转以使转子槽相对于轴向倾斜。

在该设计中,转子铁芯包括多个转子冲片,多个转子冲片沿轴向堆叠。转子铁芯还包括槽体,槽体沿轴向贯穿且间隔布置在每个转子冲片上,多个转子冲片上的槽体连通形成转子槽,其中,多个转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片,第二冲片相对于第一冲片偏转以使转子槽相对于轴向倾斜,通过相邻转子冲片的偏转以实现多个转子冲片上的槽体形成转子槽,转子槽为斜槽。

在一种可能的设计中,进一步地,转子铁芯包括分别位于轴向两端的第三冲片和第四冲片,第三冲片相对于第四冲片的偏转角度为 θ_{sk} , 其中, $1.46g_1 \leq \theta_{sk} \times Z_2 / 2\pi \times (g_2 - g_1) \leq 3g_1$ 。

在该设计中,转子铁芯包括分别位于轴向两端的第三冲片和第四冲片,也就是说,位于转子铁芯轴向顶端的转子冲片为第三冲片,位于转子铁芯轴向末端的转子冲片为第四冲片,令第三冲片相对于第四冲片的偏转角度、削弧的最大距离 $g_2 - g_1$, 以及转子铁芯上转子槽的数量满足前述关系,以满足降低低速谐波转矩波动量和改善输出性能的需求。削弧和斜槽均能实现对电机的启动的附加转矩的改善,然而削弧和斜槽均会造成最大转矩、额定转矩的跌落,很难较快平衡多个工况点之间的匹配。

在一种可能的设计中,进一步地,偏转角度 θ_{sk} 通过以下公式获得:

$\theta_{sk}=\min(\theta_{sk1},\theta_{sk2})$ ，其中，补偿系数 k_{comp} 满足以下公式：
 $k_{comp}=f^{-1}(\min(k(T_{max}),k(T_N),k(T_{st}))) / (2\pi/Z_2)$ ，从而获得 f 反函数的取值，接着通过
 $f=[\sin((\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2))]/(\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2)$ 以获得 θ_{sk1} 的取值。其中，电机的最大
 转矩为 T_{max} ，电机的额定转矩为 T_N ，电机的启动转矩为 T_{st} ； θ_{sk2} 为电机的
 5 低速谐波转矩波动量最优对应的偏转角度。

在该设计中，为原始例（不采用削弧或倾斜的转子槽）、第一比较例（仅采用削弧）和第二比较例（仅采用倾斜的转子槽）的转矩曲线比较，削弧和转子槽均能实现对启动的附加转矩的改善，两种均会造成最大转矩、额定转矩的跌落，很难较快平衡多个工况点 A、B、C、D、E 之间的匹配。A 对应的电机的启动转矩 T_{st} ，B 对应电机的最大转矩 T_{max} ，C 对应电机的额定转矩 T_N ，D 与 E 对应 ΔT_{ls} 低速谐波转矩波动量。

具体地，采用工作点匹配设计的方法，对削弧和转子槽进行匹配设计，以满足降低低速谐波转矩波动量和改善输出性能的需求，性能目标需求为 T_{st}^* 、 T_{max}^* 和 T_N^* ，具体操作方法如下：

15 首先，在转子槽未相对于轴向倾斜的方式下，对不同削弧大小 g_2-g_1 下对 A、B、C、D、E 工作点进行计算，启动转矩 T_{st} 随之上升，最大转矩 T_{max} 和额定转矩 T_N 先升高后减小， ΔT_{ls} 低速谐波转矩波动量逐渐减小。根据目标值 T_{st}^* 、 T_{max}^* 和 T_N^* 可以选定 g_2-g_1 的范围为 MN。本例中进一步的， g_2-g_1 不考虑转子槽状况下， $g_1 < g_2-g_1 < 3.75g_1$ 。选定 ΔT_{ls} 较小时的 g_2-g_1 ，计算此时的启动
 20 转矩 T_{st} 、最大转矩 T_{max} 和额定转矩 T_N 。

其次，需要通过转子槽进一步削弱启动附加转矩，工作点匹配需要同时满足目标值达到要求，同时尽可能降低启动附加转矩，需要补偿的转子槽角度为 $\theta_{sk}=\min(\theta_{sk1},\theta_{sk2})$ 。其中，为满足工作点要求，补偿系数 $k_{comp}=f^{-1}(\min(k(T_{max}),k(T_N),k(T_{st}))) / (2\pi/Z_2)$ ，具体引入的判定系数为
 25 $k(T_{max})=T_{max}/T_{max}^*$ 、 $k(T_N)=T_N/T_N^*$ 、 $k(T_{st})=T_{st}^*/T_{st}$ 。引入的补偿系数计算函数为
 $f=[\sin((\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2))]/(\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2)$ 。

当工作点均匹配能达到要求时， $\theta_{sk1} > \theta_{sk2}$ ，转子铁芯中转子槽角度为 θ_{sk2} 为低速谐波转矩波动量 ΔT_{ls} 最优对应的转子槽角度。

根据以上准则，当 g_2-g_1 采用 0.75mm 时，转子槽角度为 $\theta_{sk2}=19^\circ$ 时，低速

谐波转矩波动量 ΔT_{ls} 达到最优为零,但是此时 $\theta_{sk1}=16^\circ < \theta_{sk2}$, T_{max}^* 和 T_N^* 不满足工作点匹配要求。

本实施例最终选取 $g_2-g_1=0.75\text{mm}$, $\theta_{sk}=16^\circ$, 实现满足工作点需求时, 低速谐波转矩波动量最低。

5 在一种可能的设计中, 进一步地, 电机还包括导条, 导条设于转子槽内, 转子铁芯的最大半径为 R , 转子铁芯的轴向长度为 L , 其中, 导条与转子铁芯的轴向端面之间的夹角 θ_y 满足: $\theta_y=2R\sin(\theta_{sk}/2)/L$ 。

10 在该设计中, 电机还包括导条, 导条设于转子槽内, 转子铁芯的最大半径为 R , 转子铁芯的轴向长度为 L , 其中, 导条与转子铁芯的轴向端面之间的夹角 θ_y 上述关系式, 再电机的实际制备过程中, 可以根据 θ_y 分片逐一旋转使得倾斜的导条与转子铁芯中的转子槽配合。

在一种可能的设计中, 进一步地, 电机还包括端盖, 端盖设于转子铁芯的轴向两端。端盖和导条一体成型于转子铁芯。电机还包括定子绕组, 定子绕组设置于多个定子齿上, 定子绕组的一部分位于定子槽内。

15 在该设计中, 电机还包括端盖, 端盖设于转子铁芯的轴向两端。端盖和导条一体成型于转子铁芯。具体地, 端盖和导条采用铸铝工艺构成一个组件, 在铸铝过程中可以固定于转子铁芯上, 连接性能优异。值得说明的是, 电机还包括转轴, 转轴于转子铁芯的轴孔中, 转轴可以随转子铁芯旋转。电机还包括机壳, 机壳固定在定子铁芯之外, 转轴还与机壳的端面相连。电机还包括定子绕组, 定子绕组设在多个定子齿上, 定子绕组的一部分位于定子槽内, 具体地, 定子绕组采用集中绕组的方式设在定子铁芯上。

20

根据本申请的第二个方面, 提供了一种压缩机, 包括上述任一设计所提供的电机。

25 本申请提供的压缩机, 包括上述任一设计所提供的电机, 因此具有该电机的全部有益效果, 在此不再赘述。

根据本申请的第三个方面, 提供了一种风机, 包括上述任一设计所提供的电机。

本申请提供的风机, 包括上述任一设计所提供的电机, 因此具有该电机的全部有益效果, 在此不再赘述。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述部分中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

5 本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 示出了根据本申请的一个实施例中电机的结构爆炸图；

图 2 示出了根据本申请的一个实施例中电机中定子铁芯和转子铁芯的部分结构示意图；

10 图 3 示出了根据本申请的一个实施例中电机的转子铁芯的侧视图；

图 4 示出了根据本申请的一个实施例中电机的转子铁芯的俯视图；

图 5 示出了根据本申请的一个实施例中电机中气隙长度和转子槽对工作点影响示意图；

15 图 6 示出了根据本申请的一个实施例中电机在不同气隙长度下的转矩示意图；

图 7 示出了根据本申请的一个实施例中电机在偏转角度下的转矩示意图。

其中，图 1 至图 4 中附图标记与部件名称之间的对应关系为：

20 1 定子铁芯，10 定子齿，10a 圆弧段，10b 第一线段，10c 第二线段，
11 齿靴，12 齿根，13 气隙，14 轭部，

2 定子绕组，

3 机壳，

4 转子铁芯，4a 第三冲片，4b 第四冲片，

5 导条，

25 6 端盖，

7 转轴，

8 电机。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本申请的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本申请进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请，但是，
5 本申请还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施，因此，本申请的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

下面参照图 1 至图 7 描述根据本申请一些实施例所提供的电机 8、压缩机和风机。

根据本申请的第一个方面，提供了一种电机 8，如图 1 和图 2 所示，
10 其包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。其中，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上，转子槽相对于轴向倾斜。定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧。定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10，定子齿 10 与转子铁芯 4 之间具有气隙 13，气隙 13 的至少一部分不相等。

本申请提供的电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。转子槽设
15 在转子铁芯 4 上，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上。也就是说，沿着转子槽的延伸方向，转子槽包括两端，且转子槽的两端均位于转子铁芯 4 的轴向端面。进一步地，转子槽相对于转子铁芯 4 的轴向倾斜，也就是说，转子槽的延伸方向为非轴向，转子槽与转子铁芯 4 的轴向端面之间具有夹角，即转子槽为斜槽。

20 进一步地，定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧，也就是说，定子铁芯 1 位于转子铁芯 4 的内侧，即转子铁芯 4 为外转子，在此种应用场景下，转子铁芯 4 的呈环状，环状的转子铁芯 4 的内部设有定子铁芯 1。或者定子铁芯 1 位于转子铁芯 4 的外侧，即转子铁芯 4 为内转子，在该种应用场景下，定子铁芯 1 呈环状，转子铁芯 4 位于环状的定子铁芯 1 内侧。

25 进一步地，定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10。对于位于定子铁芯 1 内侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4 的外圆形成气隙 13。对于位于定子铁芯 1 外侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4 的内圆形成气隙 13。定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成的气隙 13 而言，气隙 13 大体沿周向延伸，气隙 13 包括在不同位置处的气隙 13 长度，至少一

部分气隙 13 的长度不等，也就是说，定子齿 10 和转子铁芯 4 之间的的气隙 13 不完全相等或者完全不等。

本申请通过在转子铁芯 4 上设置倾斜的转子槽，并令定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成不完全相等或完全不等的气隙 13，从而以满足降低低俗谐波转矩波动量和改善电机 8 输出性能的需求，令电机 8 的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。具体地，通过令转子槽相对轴向倾斜，从而可以削弱电机 8 的启动附加转矩，以令电机 8 工作点匹配满足目标值。

如图 2 所示，进一步地，定子齿 10 包括位于轴向端面上且相连的圆弧段 10a 和削弧段，圆弧段 10a 与转子铁芯 4 之间的距离为第一气隙 g_1 ，削弧段与转子铁芯 4 之间的最大距离为第二气隙 g_2 ，其中， $1.5g_1 \leq (g_2 - g_1) \leq 6g_1$ 。

在该实施例中，定子齿 10 包括齿根 12 和齿靴 11，齿靴 11 连接在齿根 12 靠近转子铁芯 4 的端部，齿靴 11 包括朝向转子铁芯 4 的齿壁，齿壁与转子铁芯 4 之间可以形成气隙 13。齿壁包括位于轴向端面上的圆弧段 10a 和削弧段。值得说明的是，轴向端面是指垂直于轴向的平面，即定子齿 10 的横截面。圆弧段 10a 和削弧段相连接。针对于转子铁芯 4 位于定子铁芯 1 的内侧而言，转子铁芯 4 包括最大外轮廓面，最大外轮廓面包括在轴向端面上的最大外轮廓圆，定子齿 10 与转子铁芯 4 之间的的气隙 13 是指定子齿 10 与最大外轮廓圆之间的距离。同样的，针对于转子铁芯 4 位于定子铁芯 1 的外侧而言，转子铁芯 4 包括最小内轮廓面，最小内轮廓面包括在轴向端面上的最小内轮廓圆，定子齿 10 与转子铁芯 4 之间的的气隙 13 是指定子齿 10 与最小内轮廓圆之间的距离。

具体应用到内转子而言，对于圆弧段 10a 而言，圆弧段 10a 上任一点与最大外轮廓圆之间形成的气隙 13 的距离相等，该气隙 13 即为第一气隙，第一气隙为最小气隙。对于削弧段而言，削弧段包括相背的第一端点和第二端点，第一端点与圆弧段 10a 相连，第一端点和第二端点距离最大外轮廓圆之间的距离不等，也就是说，削弧段和最大外轮廓圆之间形成的气隙 13 不等。即子第一端点至第二端点的方向，削弧段与最大外轮廓圆之间形成的气隙 13 逐渐变大，削弧段与最大外轮廓圆最大气隙 13 即为第二气隙，此时，令第一气隙和第二气隙满足前述关系，从而可以满足降低低俗谐波转矩波动量和改善电机

8 输出性能的需求，令电机 8 的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。

进一步地，如图 2 所示，削弧段包括第一线段 10b 和第二线段 10c，第一线段 10b 和第二线段 10c 分别位于圆弧段 10a 相对的两侧。

在该实施例中，削弧段的数量可以为多个，多个削弧段包括第一线段 10b
5 和第二线段 10c，第一线段 10b 和第二线段 10c 分别位于圆弧段 10a 相对的两侧。在周向方向上，定子齿 10 包括第一线段 10b、圆弧段 10a 和第二线段 10c，即定子齿 10 朝向转子铁芯 4 的齿壁包括三段。值得说明的是，第一线段 10b 和第二线段 10c 可以采用切削的方式制备。具体地，定子齿 10 朝向转子铁芯 4 的壁面在初始状态下可为一段圆弧，通过在定子齿 10 的周向两侧进行切削，
10 即采用削弧的方式，而削弧的最大距离为 $g_2 - g_1$ ，且削弧的最大距离与定子铁芯 1 和转子铁芯 4 之间的最小气隙（第一气隙 g_1 ）满足前述关系式，从而即可实现改善电机 8 输出性能。

进一步地，如图 2 所示，第一线段 10b 的数量为至少一个。第一线段 10b 和第二线段 10c 的数量一一对应。

15 在该实施例中，第一线段 10b 的数量为一个，第二线段 10c 的数量也为一个，当然，第二线段 10c 的数量也可以为多个，第二线段 10c 的数量与第一线段 10b 的数量也可以不同。

当第二线段 10c 的数量与第一线段 10b 的数量相同时，则定子齿 10 的齿壁沿周向方向则包括三段，即第一线段 10b、圆弧段 10a 和第二线段 10c。当
20 然，第一线段 10b 和第二线段 10c 的数量也可以为 x 个， $x \geq 2$ ，在该种应用场景下，定子齿 10 的齿壁沿周向方向则包括 $2x+1$ 段，具体为 x 个第一线段 10b、圆弧段 10a 和 x 个第二线段 10c。通过至少一个第一线段 10b 和第二线段 10c 来实现定子齿 10 的齿壁的多种形态，从而可以令不同形态的齿壁与转子铁芯 4 之间形成的气隙 13 长度更符合需求，进而能够有效改善电机 8 输出性能。

25 进一步地，如图 2 所示，第一线段 10b 的两端与定子铁芯 1 的中心之间的连线构成的夹角为 γ_1 ，第二线段 10c 的两端与定子铁芯 1 的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 ，满足 $\gamma_1 = \gamma_2$ 。

在该实施例中，如前述所提及的，第一线段 10b 包括相背的第一端点和第二端点，第一端点与圆弧段 10a 相连，第一端点和第二端点距离最大外轮廓圆

之间的距离不等,第一端点和第二端点距离定子铁芯1的中心之间的距离也不等。值得说明的是,定子铁芯1的中心是指定子铁芯1的中心轴线在横截面上的截点,该截点与圆弧段10a、削弧段位于同一平面内。具体地,第一端点和第二端点分别于定子铁芯1的中心之间的连线形成夹角 γ_1 ,同样的,第二线段10c的两端与定子铁芯1的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 ,且 $\gamma_1=\gamma_2$,也就是说,切削定子齿10的一部分而形成第一线段10b和第二线段10c,而切削部分所对应的圆心角相等,也就是说,第一线段10b和第二线段10c在圆周方向上的投影长度相等。

进一步地,如图2所示,圆弧段10a对应的圆心角为 γ_0 ,满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$ 。

在该实施例中,圆弧段10a对应的圆心角为 γ_0 ,满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$,即圆弧段10a在周向上的长度大于第一线段10b、第二线段10c在周向上的投影长度,也就是说,对于气隙13而言,气隙13分为气隙13长度相等的第一气隙段和长度不等的第二气隙段,而第一气隙段的周向长度大于等于第二气隙段的周向长度,也就是针对于一个定子齿10而言,沿周向方向,气隙长度先由第二气隙变小至第一气隙、再稳定于第一气隙,然后再由第一气隙增大至第二气隙。

进一步地,如图2所示,第一线段10b和第二线段10c沿穿过圆弧段10a的中点的径向延伸线对称。

在该实施例中,第一线段10b和第二线段10c沿穿过圆弧段10a的中点的径向延伸线对称,也就是说,第一线段10b和第二线段10c对称分布于圆弧段10a的两侧,即第一线段10b和第二线段10c左右对称。

进一步地,定子铁芯1还包括轭部14,定子齿10连接在轭部14,定子齿10的数量为多个,多个定子齿10中相邻两个定子齿10和轭部14形成定子槽。转子槽的数量Z2大于定子槽的数量Z1。

在该实施例中,定子铁芯1还包括轭部14,针对于内转子而言,轭部14呈环状,定子齿10连接在轭部14,定子齿10的数量为多个,多个定子齿10间隔连接于轭部14,多个定子齿10中相邻两个定子齿10和轭部14形成定子槽。转子槽的数量Z2大于定子槽的数量Z1。

进一步地,转子铁芯4包括多个转子冲片,多个转子冲片沿轴向堆叠。转子铁芯4还包括槽体,槽体沿轴向贯穿且间隔布置在每个转子冲片上,多个转

子冲片上的槽体连通形成转子槽，其中，多个转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片，第二冲片相对于第一冲片偏转以使转子槽相对于轴向倾斜。

在该实施例中，转子铁芯 4 包括多个转子冲片，多个转子冲片沿轴向堆叠。

5 转子铁芯 4 还包括槽体，槽体沿轴向贯穿且间隔布置在每个转子冲片上，多个转子冲片上的槽体连通形成转子槽，其中，多个转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片，第二冲片相对于第一冲片偏转以使转子槽相对于轴向倾斜，通过相邻转子冲片的偏转以实现多个转子冲片上的槽体形成转子槽，转子槽为斜槽。

10 进一步地，如图 3 和图 4 所示，转子铁芯 4 包括分别位于轴向两端的第三冲片 4a 和第四冲片 4b，第三冲片 4a 相对于第四冲片 4b 的偏转角度为 θ_{sk} ，其中， $1.46g_1 \leq \theta_{sk} \times Z_2 / 2\pi \times (g_2 - g_1) \leq 3g_1$ 。

在该实施例中，转子铁芯 4 包括分别位于轴向两端的第三冲片 4a 和第四冲片 4b，也就是说，位于转子铁芯 4 轴向顶端的转子冲片为第三冲片 4a，位于转子铁芯 4 轴向末端的转子冲片为第四冲片 4b，令第三冲片 4a 相对于第四冲片 4b 的偏转角度、削弧的最大距离 $g_2 - g_1$ ，以及转子铁芯 4 上转子槽的数量满足前述关系，以满足降低低速谐波转矩波动量和改善输出性能的需求。削弧和斜槽均能实现对电机 8 的启动的附加转矩的改善，然而削弧和斜槽均会造成最大转矩、额定转矩的跌落，很难较快平衡多个工况点之间的匹配。

20 进一步地，偏转角度 θ_{sk} 通过以下公式获得： $\theta_{sk} = \min(\theta_{sk1}, \theta_{sk2})$ ，其中，补偿系数 k_{comp} 满足以下公式： $k_{comp} = f^{-1}(\min(k(T_{max}), k(T_N), k(T_{st}))) / (2\pi / Z_2)$ ，从而获得 f 反函数的取值，接着通过 $f = [\sin((\theta_{sk1} / (2\pi / Z_2))(\pi / 2))] / (\theta_{sk1} / (2\pi / Z_2))(\pi / 2)$ 以获得 θ_{sk1} 的取值。其中，电机 8 的最大转矩为 T_{max} ，电机 8 的额定转矩为 T_N ，电机 8 的启动转矩为 T_{st} ； θ_{sk2} 为电机 8 的低速谐波转矩波动量最优对应的偏转角度。

25 度。

在该实施例中，如图 5 所示，以原始例（不采用削弧或倾斜的转子槽）、第一比较例（仅采用削弧）和第二比较例（仅采用倾斜的转子槽）的转矩曲线比较，削弧和转子槽均能实现对启动的附加转矩的改善，两种均会造成最大转矩、额定转矩的跌落，很难较快平衡多个工况点 A、B、C、D、E 之间的匹配。

A 对应的电机 8 的启动转矩 T_{st} , B 对应电机 8 的最大转矩 T_{max} , C 对应电机 8 的额定转矩 T_N , D 与 E 对应 ΔT_{ls} 低速谐波转矩波动量。

如图 6 和图 7, 采用工作点匹配设计的方法, 对削弧和转子槽进行匹配设计, 以满足降低低速谐波转矩波动量和改善输出性能的需求, 性能目标需求为 T_{st}^* 、 T_{max}^* 和 T_N^* , 具体操作方法如下:

首先, 在转子槽未相对于轴向倾斜的方式下, 对不同削弧大小 g_2-g_1 下对 A、B、C、D、E 工作点进行计算, 如图 6, 启动转矩 T_{st} 随之上升, 最大转矩 T_{max} 和额定转矩 T_N 先升高后减小, ΔT_{ls} 低速谐波转矩波动量逐渐减小。根据目标值 T_{st}^* 、 T_{max}^* 和 T_N^* 可以选定 g_2-g_1 的范围为 MN。本例中进一步的, g_2-g_1 不考虑转子槽状况下, $g_1 < g_2-g_1 < 3.75g_1$ 。选定 ΔT_{ls} 较小时的 g_2-g_1 , 计算此时的启动转矩 T_{st} 、最大转矩 T_{max} 和额定转矩 T_N 。

其次, 需要通过转子槽进一步削弱启动附加转矩, 工作点匹配需要同时满足目标值达到要求, 同时尽可能降低启动附加转矩, 需要补偿的转子槽角度为 $\theta_{sk} = \min(\theta_{sk1}, \theta_{sk2})$ 。其中, 为满足工作点要求, 补偿系数 $k_{comp} = f^1(\min(k(T_{max}), k(T_N), k(T_{st}))) / (2\pi/Z_2)$, 值得说明的是, 对于具体工作点而言, k_{comp} 取值确定。具体引入的判定系数为 $k(T_{max}) = T_{max}/T_{max}^*$ 、 $k(T_N) = T_N/T_N^*$ 、 $k(T_{st}) = T_{st}/T_{st}^*$ 。

引入的补偿系数计算函数为 $f = [\sin((\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2))] / (\theta_{sk1}/(2\pi/Z_2))(\pi/2)$ 。

当工作点均匹配能达到要求时, $\theta_{sk1} > \theta_{sk2}$, 转子铁芯 4 中转子槽角度为 θ_{sk2} 为低速谐波转矩波动量 ΔT_{ls} 最优对应的转子槽角度。

根据以上准则, 当 g_2-g_1 采用 0.75mm 时, 转子槽角度为 $\theta_{sk2} = 19^\circ$ 时, 低速谐波转矩波动量 ΔT_{ls} 达到最优为零, 但是此时 $\theta_{sk1} = 16^\circ < \theta_{sk2}$, T_{max}^* 和 T_N^* 不满足工作点匹配要求。

本实施例最终选取 $g_2-g_1 = 0.75\text{mm}$, $\theta_{sk} = 16^\circ$, 实现满足工作点需求时, 低速谐波转矩波动量最低。

进一步地, 如图 1 和图 3 所示, 电机 8 还包括导条 5, 导条 5 设于转子槽内, 转子铁芯 4 的最大半径为 R, 转子铁芯 4 的轴向长度为 L, 其中, 导条 5 与转子铁芯 4 的轴向端面之间的夹角 θ_y 满足: $\theta_y = 2R\sin(\theta_{sk}/2)/L$ 。

在该实施例中, 电机 8 还包括导条 5, 导条 5 设于转子槽内, 转子铁芯 4

的最大半径为 R ，转子铁芯 4 的轴向长度为 L ，其中，导条 5 与转子铁芯 4 的轴向端面之间的夹角 θ_y 上述关系式，再电机 8 的实际制备过程中，可以根据 θ_y 分片逐一旋转使得倾斜的导条 5 与转子铁芯 4 中的转子槽配合。

进一步地，如图 1 和图 3 所示，电机 8 还包括端盖 6，端盖 6 设于转子铁芯 4 的轴向两端。端盖 6 和导条 5 一体成型于转子铁芯 4。电机 8 还包括定子绕组 2，定子绕组 2 设置于多个定子齿 10 上，定子绕组 2 的一部分位于定子槽内。

在该实施例中，电机 8 还包括端盖 6，端盖 6 设于转子铁芯 4 的轴向两端。端盖 6 和导条 5 一体成型于转子铁芯 4。具体地，端盖 6 和导条 5 采用铸铝工艺构成一个组件，在铸铝过程中可以固定于转子铁芯 4 上，连接性能优异。值得说明的是，电机 8 还包括转轴 7，转轴 7 于转子铁芯 4 的轴孔中，转轴 7 可以随转子铁芯 4 旋转。电机 8 还包括机壳 3，机壳 3 固定在定子铁芯 1 之外，转轴 7 还与机壳 3 的端面相连。电机 8 还包括定子绕组 2，定子绕组 2 设在多个定子齿 10 上，定子绕组 2 的一部分位于定子槽内，具体地，定子绕组 2 采用集中绕组的方式设在定子铁芯 1 上。

在一个具体实施例中，电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。其中，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上，转子槽相对于轴向倾斜。定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧。定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10，定子齿 10 与转子铁芯 4 之间具有气隙 13，气隙 13 的至少一部分不相等。

进一步地，定子齿 10 包括位于轴向端面上且相连的圆弧段 10a 和削弧段，圆弧段 10a 与转子铁芯 4 之间的距离为第一气隙 g_1 ，削弧段与转子铁芯 4 之间的最大距离为第二气隙 g_2 ，其中， $1.5g_1 \leq (g_2 - g_1) \leq 6g_1$ 。

进一步地，直段包括第一线段 10b 和第二线段 10c，第一线段 10b 和第二线段 10c 分别位于圆弧段 10a 相对的两侧。

进一步地，第一线段 10b 的数量为至少一个。第一线段 10b 和第二线段 10c 的数量一一对应。

进一步地，第一线段 10b 的两端与定子铁芯 1 的中心之间的连线构成的夹角为 γ_1 ，第二线段 10c 的两端与定子铁芯 1 的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 ，满足 $\gamma_1 = \gamma_2$ 。

进一步地, 圆弧段 10a 对应的圆心角为 γ_0 , 满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$ 。

进一步地, 第一线段 10b 和第二线段 10c 沿穿过圆弧段 10a 的中点的径向延伸线对称。

进一步地, 定子铁芯 1 还包括轭部 14, 定子齿 10 连接在轭部 14, 定子齿 10 的数量为多个, 多个定子齿 10 中相邻两个定子齿 10 和轭部 14 形成定子槽。转子槽的数量 Z_2 大于定子槽的数量 Z_1 。

进一步地, 转子铁芯 4 包括多个转子冲片, 多个转子冲片沿轴向堆叠。转子铁芯 4 还包括槽体, 槽体沿轴向贯穿且间隔布置在每个转子冲片上, 多个转子冲片上的槽体连通形成转子槽, 其中, 多个转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片, 第二冲片相对于第一冲片偏转以使转子槽相对于轴向倾斜。

进一步地, 转子铁芯 4 包括分别位于轴向两端的第三冲片 4a 和第四冲片 4b, 第三冲片 4a 相对于第四冲片 4b 的偏转角度为 θ_{sk} , 其中, $1.46g_1 \leq \theta_{sk} \times Z_2 / 2\pi \times (g_2 - g_1) \leq 3g_1$ 。

进一步地, 偏转角度 θ_{sk} 通过以下公式获得: $\theta_{sk} = \min(\theta_{sk1}, \theta_{sk2})$, 其中, $\theta_{sk1} = k_{comp} \times 2\pi / Z_2$, 其中, 补偿系数 k_{comp} 通过以下公式获得: $k_{comp} = f^{-1}(\min(k(T_{max}), k(T_N), k(T_{st}))) / (2\pi / Z_2)$, 电机 8 的最大转矩为 T_{max} , 电机 8 的额定转矩为 T_N , 电机 8 的启动转矩为 T_{st} ; θ_{sk2} 为电机 8 的低速谐波转矩波动量最优对应的偏转角度。

进一步地, 电机 8 还包括导条 5, 导条 5 设于转子槽内, 转子铁芯 4 的最大半径为 R , 转子铁芯 4 的轴向长度为 L , 其中, 导条 5 与转子铁芯 4 的轴向端面之间的夹角 θ_y 满足: $\theta_y = 2R \sin(\theta_{sk} / 2) / L$ 。

进一步地, 电机 8 还包括端盖 6, 端盖 6 设于转子铁芯 4 的轴向两端。端盖 6 和导条 5 一体成型于转子铁芯 4。

进一步地, 电机 8 还包括定子绕组 2, 定子绕组 2 设置于多个定子齿 10 上, 定子绕组 2 的一部分位于定子槽内。

根据本申请的第二个方面, 提供了一种压缩机, 包括上述任一设计所提供的电机 8。

本申请提供的压缩机, 包括上述任一设计所提供的电机 8, 因此具有该

电机 8 的全部有益效果，在此不再赘述。

具体地，电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。其中，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上，转子槽相对于轴向倾斜。定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧。定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10，定子齿 10 与
5 转子铁芯 4 之间具有气隙 13，气隙 13 的至少一部分不相等。

本申请提供的电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。转子槽设在转子铁芯 4 上，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上。也就是说，沿着转子槽的延伸方向，转子槽包括两端，且转子槽的两端均位于转子铁芯 4 的轴向端面。进一步地，转子槽相对于转子铁芯 4 的轴向倾斜，也就是说，转子
10 槽的延伸方向为非轴向，转子槽与转子铁芯 4 的轴向端面之间具有夹角，即转子槽为斜槽。

进一步地，定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧，也就是说，定子铁芯 1 位于转子铁芯 4 的内侧，即转子铁芯 4 为外转子，在此种应用场景下，转子铁芯 4 的呈环状，环状的转子铁芯 4 的内部设有定子铁芯 1。或者定
15 子铁芯 1 位于转子铁芯 4 的外侧，即转子铁芯 4 为内转子，在该种应用场景下，定子铁芯 1 呈环状，转子铁芯 4 位于环状的定子铁芯 1 内侧。

进一步地，定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10。对于位于定子铁芯 1 内侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4 的外圆形成气隙 13。对于位于定子铁芯 1 外侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4
20 的内圆形成气隙 13。定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成的气隙 13 而言，气隙 13 大体沿周向延伸，气隙 13 包括在不同位置处的气隙 13 长度，至少一部分气隙 13 的长度不等，也就是说，定子齿 10 和转子铁芯 4 之间的气隙 13 不完全相等或者完全不等。本申请通过在转子铁芯 4 上设置倾斜的转子槽，并令定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成不完全相等或完全不等的气隙
25 13，从而以满足降低低速谐波转矩波动量和改善电机 8 输出性能的需求，令电机 8 的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。具体地，通过令转子槽相对轴向倾斜，从而可以削弱电机 8 的启动附加转矩，以令电机 8 工作点匹配满足目标值。

根据本申请的第三个方面，提供了一种风机，包括上述任一设计所提

供的电机。

本申请提供的风机，包括上述任一设计所提供的电机，因此具有该电机的全部有益效果，在此不再赘述。

具体地，电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。其中，转子槽
5 贯穿设于转子铁芯 4 上，转子槽相对于轴向倾斜。定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧。定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10，定子齿 10 与转子铁芯 4 之间具有气隙 13，气隙 13 的至少一部分不相等。

本申请提供的电机 8 包括转子铁芯 4、转子槽和定子铁芯 1。转子槽设在转子铁芯 4 上，转子槽贯穿设于转子铁芯 4 上。也就是说，沿着转子槽
10 的延伸方向，转子槽包括两端，且转子槽的两端均位于转子铁芯 4 的轴向端面。进一步地，转子槽相对于转子铁芯 4 的轴向倾斜，也就是说，转子槽的延伸方向为非轴向，转子槽与转子铁芯 4 的轴向端面之间具有夹角，即转子槽为斜槽。

进一步地，定子铁芯 1 设于转子铁芯 4 的一侧，也就是说，定子铁芯
15 1 位于转子铁芯 4 的内侧，即转子铁芯 4 为外转子，在此种应用场景下，转子铁芯 4 的呈环状，环状的转子铁芯 4 的内部设有定子铁芯 1。或者定子铁芯 1 位于转子铁芯 4 的外侧，即转子铁芯 4 为内转子，在该种应用场景下，定子铁芯 1 呈环状，转子铁芯 4 位于环状的定子铁芯 1 内侧。

进一步地，定子铁芯 1 包括朝向转子铁芯 4 的定子齿 10。对于位于定
20 子铁芯 1 内侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4 的外圆形成气隙 13。对于位于定子铁芯 1 外侧的转子铁芯 4 而言，定子齿 10 与转子铁芯 4 的内圆形成气隙 13。定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成的气隙 13 而言，气隙 13 大体沿周向延伸，气隙 13 包括在不同位置处的气隙 13 长度，至少一部分气隙 13 的长度不等，也就是说，定子齿 10 和转子铁芯 4 之间的气隙
25 13 不完全相等或者完全不等。本申请通过在转子铁芯 4 上设置倾斜的转子槽，并令定子齿 10 与转子铁芯 4 之间形成不完全相等或完全不等的气隙 13，从而以满足降低低速谐波转矩波动量和改善电机 8 输出性能的需求，令电机 8 的启动附加转矩与额定性能能够相互匹配。具体地，通过令转子槽相对轴向倾斜，从而可以削弱电机 8 的启动附加转矩，以令电机 8 工作

点匹配满足目标值。

在本申请中，术语“多个”则指两个或两个以上，除非另有明确的限定。术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语均应做广义理解，例如，“连接”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；“相连”

5 可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本说明书的描述中，术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或实例。而且，描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

10 以上所述仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种电机，其中，包括：

转子铁芯；

5 转子槽，贯穿设于所述转子铁芯上，所述转子槽相对于轴向倾斜；

定子铁芯，设于所述转子铁芯的一侧，所述定子铁芯包括朝向所述转子铁芯的定子齿，所述定子齿与所述转子铁芯之间具有气隙，至少一部分所述气隙的长度不相等。

2. 根据权利要求 1 所述的电机，其中，

10 所述定子齿包括位于轴向端面上且相连的圆弧段和削弧段，所述圆弧段与所述转子铁芯之间的距离为第一气隙 g_1 ，所述削弧段与所述转子铁芯之间的最大距离为第二气隙 g_2 ，其中， $1.5g_1 \leq (g_2 - g_1) \leq 6g_1$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的电机，其中，所述削弧段包括：

第一线段，连接在所述圆弧段的一侧；

15 第二段，相对于所述第一线段连接在所述圆弧段的另一侧。

4. 根据权利要求 3 所述的电机，其中，

所述第一线段的数量为至少一个；

所述第一线段和所述第二线段的数量一一对应。

5. 根据权利要求 3 所述的电机，其中，

20 所述第一线段和所述第二线段沿穿过所述圆弧段的中点的径向延伸线对称。

6. 根据权利要求 3 所述的电机，其中，

所述第一线段的两端与所述定子铁芯的中心之间的连线构成的夹角为 γ_1 ，所述第二段的两端与所述定子铁芯的中心之间的连线构成的夹角为 γ_2 ，满足

25 $\gamma_1 = \gamma_2$ 。

7. 根据权利要求 6 所述的电机，其中，

所述圆弧段对应的圆心角为 γ_0 ，满足 $\gamma_0 \geq \gamma_1$ 。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的电机，其中，

所述定子铁芯还包括：

轭部，所述定子齿连接在所述轭部，所述定子齿的数量为多个，多个所述定子齿中相邻两个定子齿和所述轭部形成定子槽；

所述转子槽的数量 Z_2 大于所述定子槽的数量 Z_1 。

9. 根据权利要求 8 所述的电机，其中，所述转子铁芯包括：

5 多个转子冲片，多个所述转子冲片沿轴向堆叠；

槽体，沿轴向贯穿且间隔布置在每个所述转子冲片上，多个转子冲片上的槽体连通形成所述转子槽，其中，

多个所述转子冲片中相邻两个转子冲片包括第一冲片和第二冲片，第二冲片相对于所述第一冲片偏转以使所述转子槽相对于轴向倾斜。

10 10. 根据权利要求 9 所述的电机，其中，

所述转子铁芯包括分别位于轴向两端的第三冲片和第四冲片，所述第三冲片相对于所述第四冲片的偏转角度为 θ_{sk} ，其中，

$$1.46g_1 \leq \theta_{sk} \times Z_2 / 2\pi \times (g_2 - g_1) \leq 3g_1。$$

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的电机，其中，所述电机还包括：

15 导条，设于所述转子槽内，所述转子铁芯的最大半径为 R ，所述转子铁芯的轴向长度为 L ，其中，

所述导条与所述转子铁芯的轴向端面之间的夹角 θ_y 满足：
 $\theta_y = 2R \sin(\theta_{sk}/2) / L。$

12. 根据权利要求 11 所述的电机，其中，所述电机还包括：

20 端盖，设于所述转子铁芯的轴向两端；

所述端盖和所述导条一体成型于所述转子铁芯；

定子绕组，所述定子绕组设置于多个所述定子齿上，所述定子绕组的一部分位于所述定子槽内。

13. 一种压缩机，其中，包括：如权利要求 1 至 12 中任一项所述的电机。
25 机。

14. 一种风机，其中，包括：如权利要求 1 至 12 中任一项所述的电机。

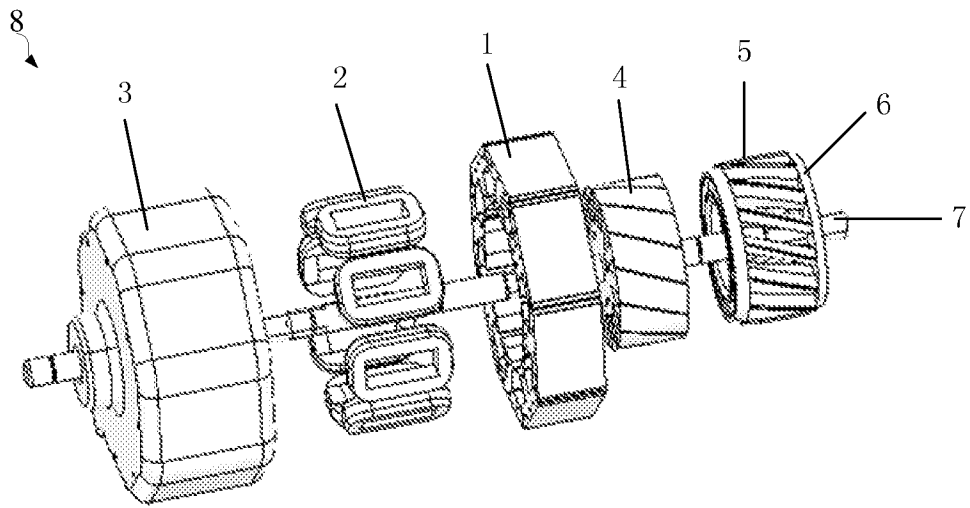


图 1

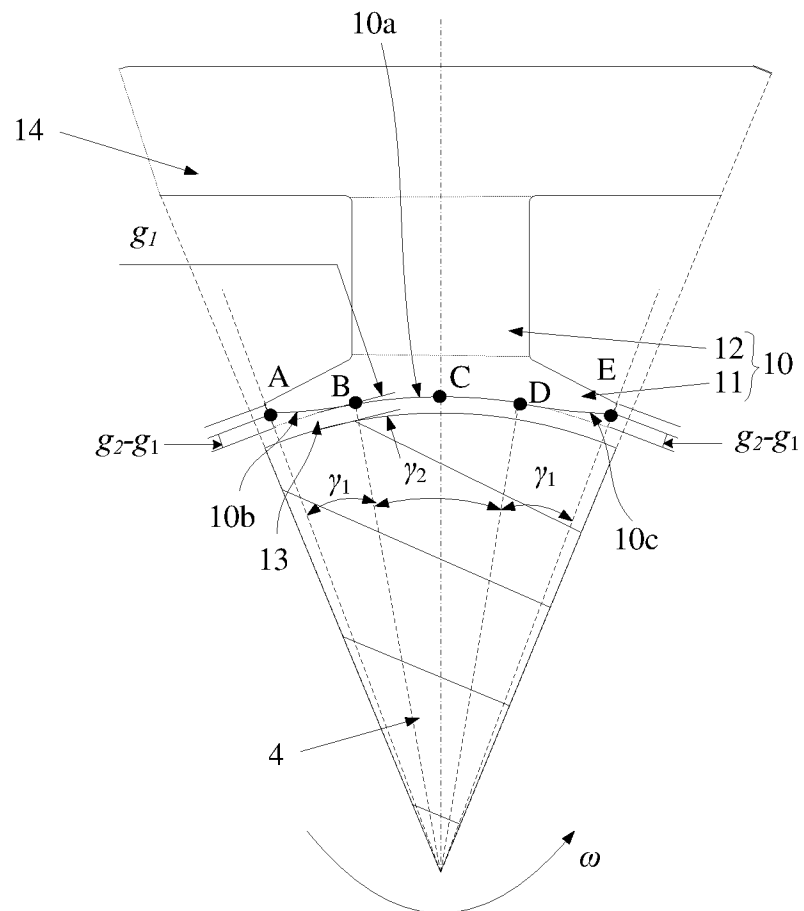


图 2

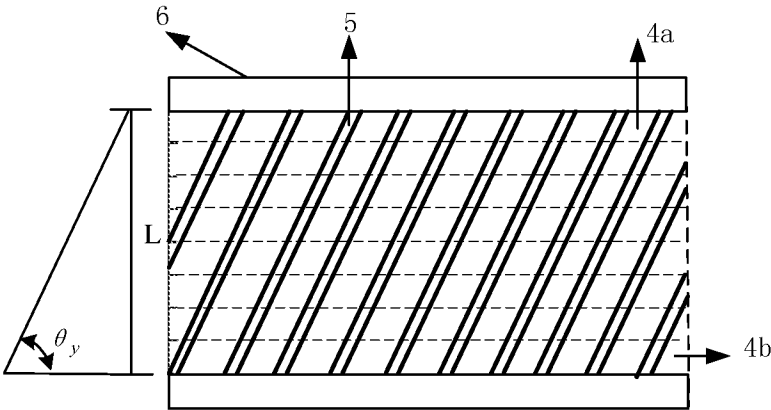


图 3

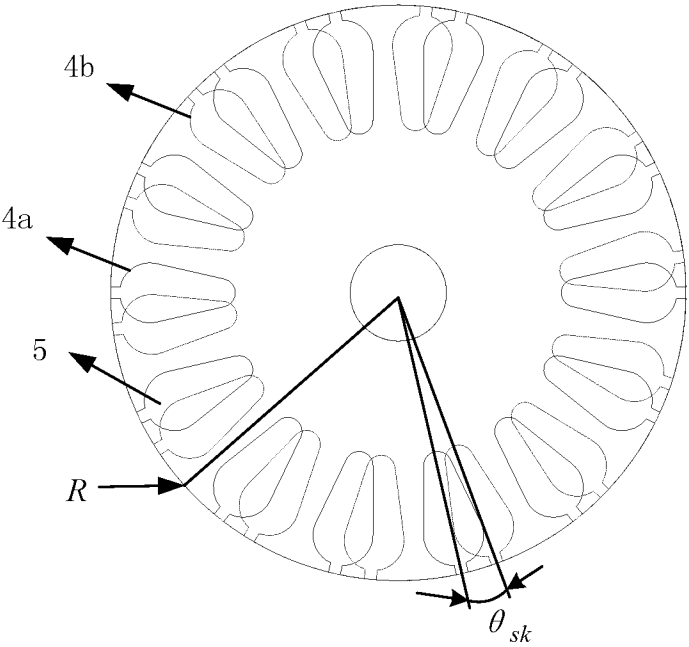


图 4

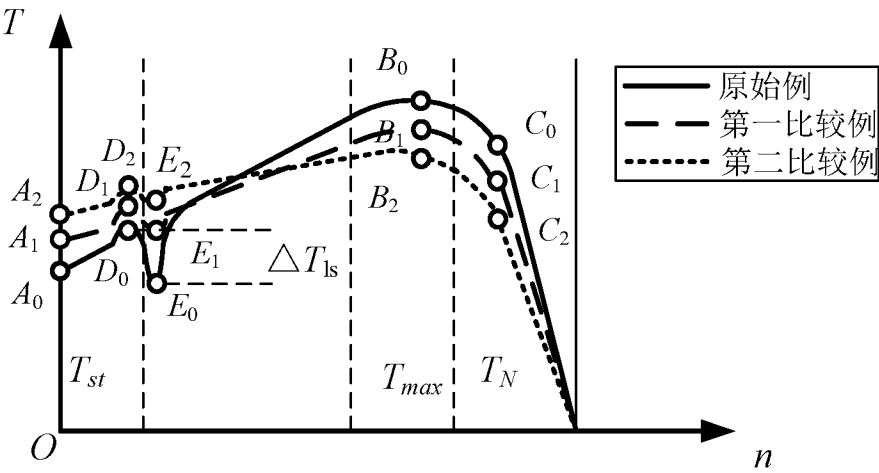


图 5

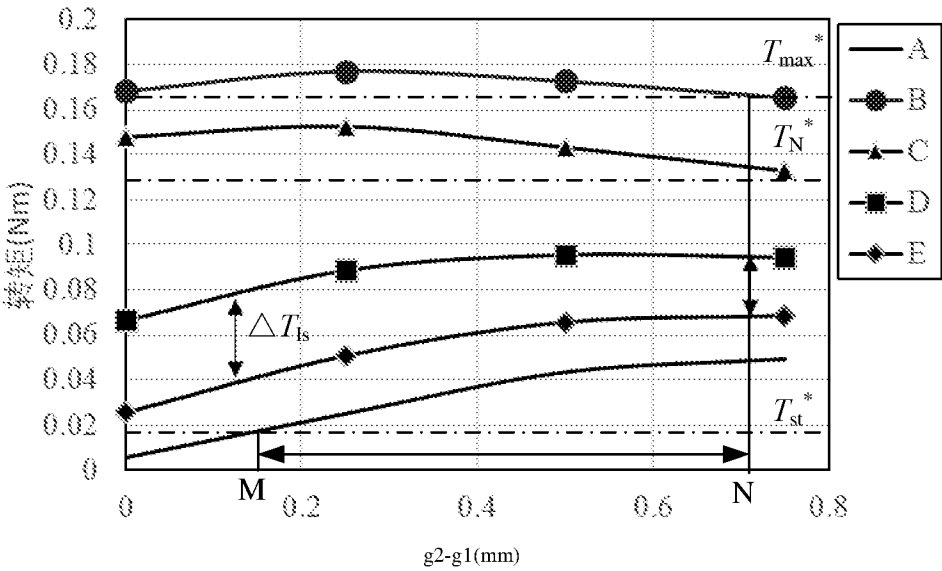


图 6

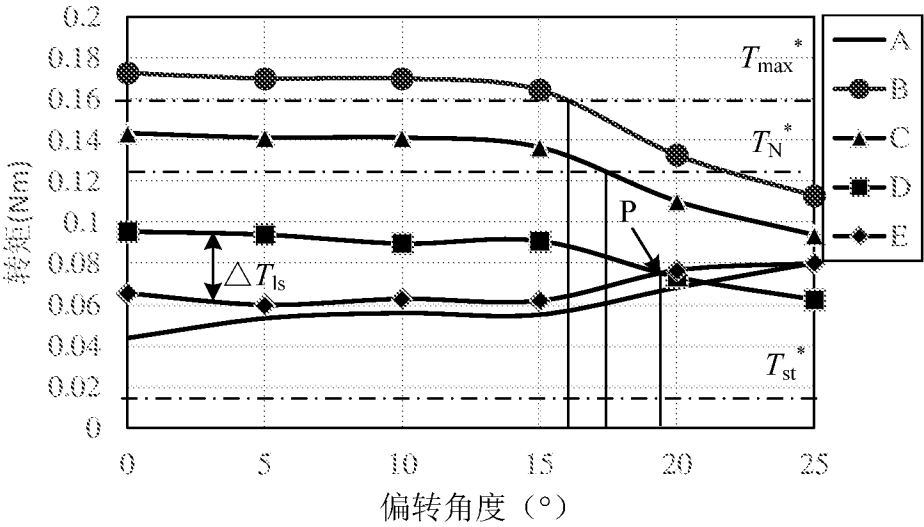


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/117708

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 1/26(2006.01)i; H02K 1/14(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 电机, 电动机, 马达, 气隙, 不等, 不均, 不同, 极靴, 切, 削, 转子, 槽, 导条, 鼠笼, 导体, 斜, motor, machine, air, gap, different, uneven, pole, shoe, cut, rotor, slot, conductor, cage, skew, incline

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113162269 A (GUANGDONG WELLING MOTOR MANUFACTURING CO., LTD. et al.) 23 July 2021 (2021-07-23) claims 1-14	1-14
Y	CN 110718974 A (GREE GREEN REFRIGERATION TECHNOLOGY CENTER CO., LTD. OF ZHUHAI) 21 January 2020 (2020-01-21) description, paragraphs 0041-0061, and figures 2-9	1-9, 13, 14
Y	CN 201674372 U (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) 15 December 2010 (2010-12-15) description, paragraphs 0022-0023 and 0031, and figures 5-7	1-9, 13, 14
A	CN 110299774 A (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) 01 October 2019 (2019-10-01) entire document	1-14
A	CN 109861479 A (ZHUHAI KAIBANG MOTOR MANUFACTURING CO., LTD. et al.) 07 June 2019 (2019-06-07) entire document	1-14
A	JP 2020127288 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 20 August 2020 (2020-08-20) entire document	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 December 2021

Date of mailing of the international search report

17 January 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/117708

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	113162269	A	23 July 2021	None	
CN	110718974	A	21 January 2020	None	
CN	201674372	U	15 December 2010	None	
CN	110299774	A	01 October 2019	None	
CN	109861479	A	07 June 2019	None	
JP	2020127288	A	20 August 2020	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/117708

A. 主题的分类 H02K 1/26(2006.01)i; H02K 1/14(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H02K 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 电机, 电动机, 马达, 气隙, 不等, 不均, 不同, 极靴, 切, 削, 转子, 槽, 导条, 鼠笼, 导体, 斜, motor, machine, air, gap, different, uneven, pole, shoe, cut, rotor, slot, conductor, cage, skew, incline																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 113162269 A (广东威灵电机制造有限公司 等) 2021年7月23日 (2021 - 07 - 23) 权利要求1-14</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110718974 A (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2020年1月21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第0041-0061段, 图2-9</td> <td>1-9、13-14</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 201674372 U (珠海格力电器股份有限公司) 2010年12月15日 (2010 - 12 - 15) 说明书第0022-0023、0031段, 图5-7</td> <td>1-9、13-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110299774 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年10月1日 (2019 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109861479 A (珠海凯邦电机制造有限公司 等) 2019年6月7日 (2019 - 06 - 07) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020127288 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2020年8月20日 (2020 - 08 - 20) 全文</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 113162269 A (广东威灵电机制造有限公司 等) 2021年7月23日 (2021 - 07 - 23) 权利要求1-14	1-14	Y	CN 110718974 A (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2020年1月21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第0041-0061段, 图2-9	1-9、13-14	Y	CN 201674372 U (珠海格力电器股份有限公司) 2010年12月15日 (2010 - 12 - 15) 说明书第0022-0023、0031段, 图5-7	1-9、13-14	A	CN 110299774 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年10月1日 (2019 - 10 - 01) 全文	1-14	A	CN 109861479 A (珠海凯邦电机制造有限公司 等) 2019年6月7日 (2019 - 06 - 07) 全文	1-14	A	JP 2020127288 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2020年8月20日 (2020 - 08 - 20) 全文	1-14
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 113162269 A (广东威灵电机制造有限公司 等) 2021年7月23日 (2021 - 07 - 23) 权利要求1-14	1-14																					
Y	CN 110718974 A (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2020年1月21日 (2020 - 01 - 21) 说明书第0041-0061段, 图2-9	1-9、13-14																					
Y	CN 201674372 U (珠海格力电器股份有限公司) 2010年12月15日 (2010 - 12 - 15) 说明书第0022-0023、0031段, 图5-7	1-9、13-14																					
A	CN 110299774 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年10月1日 (2019 - 10 - 01) 全文	1-14																					
A	CN 109861479 A (珠海凯邦电机制造有限公司 等) 2019年6月7日 (2019 - 06 - 07) 全文	1-14																					
A	JP 2020127288 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2020年8月20日 (2020 - 08 - 20) 全文	1-14																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
国际检索实际完成的日期 2021年12月31日		国际检索报告邮寄日期 2022年1月17日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 查洁立 电话号码 86-(10)-53961488																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/117708

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	113162269	A	2021年7月23日	无	
CN	110718974	A	2020年1月21日	无	
CN	201674372	U	2010年12月15日	无	
CN	110299774	A	2019年10月1日	无	
CN	109861479	A	2019年6月7日	无	
JP	2020127288	A	2020年8月20日	无	